Brown-Séquard's

Essays & Memoirs

1847–1857



RÉSUMÉ DE PLUSIEURS MEMOIRES

DE

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

Lus ou présentés à l'Académie des Sciences, dans l'année 1847,

PAR M. E. BROWN-SÉQUARD, D. M. P.

(*Extrait des Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences, tomes XXIV et XXV.*)



I. *Recherches sur la durée de la vie des Batraciens en automne et en hiver, après l'extirpation de la moelle allongée et de quelques autres portions du centre nerveux cérébro-rachidien.* (Extrait.)

Tous les physiologistes savent combien, en été, l'extirpation de la moelle allongée amène promptement la mort chez les grenouilles : une demi-heure, une heure, deux heures au plus, voilà quelle est, en général, la durée de la vie après l'extirpation de ce centre nerveux dans la saison chaude. Une fois, cependant, j'ai trouvé une exception à cette règle : j'ai vu (le 25 juin dernier) une belle grenouille verte survivre à l'opération cinq heures et un quart.

Durant les trois mois d'été de l'an dernier, j'ai vu, très souvent, des grenouilles être comme foudroyées par cette opération, et ne plus avoir qu'une action reflexe très faible et promptement évanouie ;

mais, depuis les derniers jours de septembre, j'ai obtenu des résultats différant complétement des précédents. En effet, depuis cette époque, j'ai vu la moitié ou le tiers, au moins, des grenouilles auxquelles j'ai extirpé la moelle allongée, survivre à cette opération deux, trois, quatre et même cinq semaines. Pendant presque tout ce temps, j'ai constaté chez ces animaux l'existence de la circulation sanguine, des battements des cœurs lymphatiques, de la respiration cutanée, de la digestion, de la réparation nutritive, des sécrétions urinaire, épithéliale, etc., de la faculté reflexe et des propriétés des muscles et des nerfs centripètes et centrifuges.

Les nombreuses expériences que j'ai faites, et que j'expose sommairement dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, me permettent d'établir les propositions suivantes :

1° En automne et en hiver, après l'extirpation, soit de la moelle allongée seule, soit de la moelle allongée et du reste de l'encéphale, soit des parties de l'encéphale antérieures à la moelle allongée, soit encore de l'encéphale tout entier et de la portion de moelle épinière qui est en avant des racines de la seconde paire de nerfs, les grenouilles peuvent encore vivre plusieurs semaines. Elles conservent, dans cet état de mutilation, presque toutes les fonctions de la vie organique, et, de plus, la faculté reflexe et les propriétés des muscles et des nerfs.

2° Avec une moitié, un tiers et même un quart de la moelle épinière, tout le reste du centre cérébro-rachidien étant détruit, les grenouilles peuvent encore vivre, dans les saisons froides, une ou deux

semaines. Elles conservent alors presque toutes les fonctions de la vie organique.

3° La moelle épinière paraît plus utile à la conservation des fonctions de la vie organique que la moelle allongée et le reste de l'encéphale. Il existe même une partie de la moelle épinière (celle qui donne naissance à la deuxième et à la troisième paire de nerfs) qui contient moins de substance grise que la moelle allongée, et qui cependant peut entretenir la vie plus long-temps, ou au moins aussi long-temps que la moelle allongée.

4° Toutes les parties du centre cérébro-rachidien, excepté les lobes cérébraux, paraissent servir à la conservation des fonctions de la vie organique. En effet, d'une part, quelle que soit celle de ces parties qu'on enlève, la vie cesse au bout d'un temps qui varie entre quelques jours et cinq semaines; et, d'une autre part, quelle que soit celle de ces parties qu'on laisse subsister seule, la vie dure encore au moins trois jours, et ordinairement davantage. (*Comptes rendus*, t. XXIV, 1847, p. 363-64.)

Depuis la publication du travail qui précède, j'ai aussi présenté à l'Académie deux notes très étendues contenant de nombreuses recherches expérimentales et historiques, ayant pour objet les questions traitées dans le mémoire analysé ci-dessus. (*Séances du* 19 *avril* 1847 *et du* 3 *avril* 1848.)

II. *Recherches critiques et expérimentales sur les propriétés et les fonctions de la moelle épinière et de la moelle allongée, et sur les rapports de ces propriétés et de ces fonctions avec celles des muscles.* — 1re Partie (extrait).

Parmi les expériences rapportées dans ce Mémoire, je crois pouvoir appeler plus particulièrement l'attention sur celles qui ont eu pour objet la mesure de la *force motrice* (1) des membres postérieurs de grenouilles avant et après la section de la moelle.

Voici le procédé que j'ai employé pour mesurer cette force motrice. Je fixe au tarse des grenouilles un petit crochet auquel je puis suspendre, à volonté, tel ou tel poids. Je tiens l'animal par le train antérieur, et je suspends à un de ses membres postérieurs un poids faible, mais suffisant pour le tenir tendu. Dans cet état, si l'on pince un des doigts de ce membre, il se fléchit aussitôt. Par ce procédé, on arrive toujours, avec une assez grande précision, à connaître le poids le plus fort qui permette la flexion. Je regarde comme soulevé tout poids qui laisse s'opérer même une flexion très faible. Partout où je dirai qu'une grenouille a soulevé tel poids, j'entendrai que c'est là le poids maximum, à 5 ou 10 grammes près, qu'elle puisse soulever.

1° Immédiatement après la section de la moelle épinière, derrière la seconde paire de nerfs, la force motrice est quelquefois nulle; mais, en général, elle

(1) Ces mots, *force motrice*, ne signifient rien autre chose ici que la force avec laquelle les membres postérieurs se meuvent quand on les excite.

est le quart ou le tiers de ce qu'elle était avant l'opération. D'autres fois elle est la moitié, et très rarement les deux tiers de ce qu'elle était. Jamais elle ne reste ce qu'elle était. Une grenouille, par exemple, ayant pu soulever 60 grammes avant l'opération, ou ne pourra rien soulever immédiatement après, ou soulèvera 10, 20, 30 ou 40 grammes, mais jamais 60.

2° Cinq minutes après l'opération, la force motrice a encore augmenté notablement; il est très rare qu'elle soit nulle alors. Ordinairement elle est le tiers ou la moitié, et quequefois les trois quarts de ce qu'elle était avant l'opération.

3° Quinze minutes après l'opération, la force motrice a encore augmenté. Elle est alors, en général, la moitié ou les trois quarts de ce qu'elle était avant l'opération. Quelquefois elle a déjà atteint le degré où elle était avant l'opération.

4° Vingt ou vingt-cinq minutes après l'opération, la force motrice est, en général, la même qu'avant l'opération.

5° Une heure après l'opération, la force motrice a encore augmenté. Elle est quelquefois alors le double de ce qu'elle était avant l'opération ; en général, cependant elle n'atteint pas encore aussi haut.

6° Deux ou trois heures après l'opération, la force motrice est, en général, le double, et quelquefois le triple de ce qu'elle était avant l'opération. Arrivée à ce degré, la force motrice paraît cesser de croître ; mais pourtant elle croît, de fort peu, il est vrai. Quelquefois elle a dès lors atteint son maximum ; mais cela est rare.

7° Vingt-quatre heures après l'opération, la force

motrice est, en général, arrivée à son maximum. Quelquefois cependant il faut deux, trois ou quatre jours pour que ce maximum soit atteint; mais, dans tous les cas, l'accroissement est extrêmement faible dès que quelques heures se sont écoulées après l'opération.

Pour présenter ces différents résultats aussi nettement que possible, je vais donner les chiffres des poids soulevés par deux belles grenouilles vertes A et B :

	Avant l'opér.	Aussitôt après.	5m après.	15m après.	25m après.
A.	60 gr.	20 gr.	45 gr.	60 gr.	80 gr.
B.	60	10	30	40	60

	1 h. après.	2 h. après.	4 h. après.	24. h après.	48 h. après.
A.	130 gr.	140 gr.	140 gr.	150 gr.	150 gr.
B.	100	120	130	140	140

Quand la force motrice a atteint son maximum, elle reste à peu près stationnaire pendant cinq, dix, quinze ou vingt jours, après lesquels elle décroît peu à peu; et, si la grenouille survit plusieurs mois à l'opération, la force motrice arrive à être inférieure à ce qu'elle avait été avant l'opération. Chez des grenouilles qui ont survécu six, sept ou huit mois, elle a été réduite, peu à peu, jusqu'à la moitié ou le tiers de ce qu'elle avait été avant l'opération.

Peut-être la force motrice ne diminuerait-elle pas si les grenouilles opérées étaient bien nourries, et si l'on excitait souvent des mouvements dans les membres postérieurs. C'est ce que tendent à faire admettre deux observations mentionnées dans mon Mémoire. (*Comptes rendus*, t. XXIV, p. 849-51.)

III. *Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur la théorie du Clavier nerveux.*

Dans le Mémoire dont j'ai l'honneur de lire à l'Académie un résumé succinct, je me propose, en premier lieu, de démontrer que l'hypothèse connue sous le nom de *théorie du clavier* est inexacte en ce qui concerne la moelle épinière, et, en second lieu, de substituer à ce qu'il y a de faux dans cette théorie une opinion en harmonie avec les faits.

On sait que la théorie du clavier a l'ambition d'expliquer une partie du problème des rapports de l'âme et du corps, celle relative aux facultés que possèdent l'homme et les animaux de faire mouvoir à volonté tel ou tel de leurs muscles, et de reconnaître de quels points de leur surface tégumentaire provient une sensation.

Il y a dans cette théorie trois parties bien distinctes. L'une d'entre elles est entièrement psychologique : je n'ai pas à m'en occuper ici. Une autre partie consiste dans l'isolement anatomique et physiologique des fibres primitives, dans toute la longueur des nerfs. J'accepte ceci comme vrai, malgré plusieurs exceptions mentionnées dans mon Mémoire.

La troisième partie est celle qui me paraît insoutenable. D'après elle, les fibres primitives des nerfs, après être devenues fibres de la moelle, monteraient toutes jusqu'au cerveau, en restant isolées l'une de l'autre anatomiquement et physiologiquement. Pour prouver cette disposition des fibres de la moelle, on s'appuie sur l'examen microscopique de la moelle, et sur la prétendue impossibilité de s'expliquer l'isolement des sensations et des mouvements autre-

ment que par l'isolement anatomique et physiologique des fibres de la moelle et leur ascension jusqu'au cerveau.

Ce dernier argument ne mérite guère qu'on s'y arrête; en effet, il m'a été facile de trouver plusieurs manières, autres que celle indiquée, d'expliquer l'isolement des sensations et des mouvements. Quant aux recherches sur la structure intime de la moelle, elles ont donné des résultats tantôt favorables à la théorie du clavier, tantôt en opposition formelle avec cette théorie. J'en trace l'histoire dans mon Mémoire, et je conclus qu'il faut chercher ailleurs des preuves pour ou contre la théorie dont je m'occupe.

L'anatomie descriptive et l'anatomie comparée m'ont donné une foule de faits contraires à cette théorie. J'en examine avec soin la valeur dans mon Mémoire; je ne puis ici que les indiquer rapidement. Je montre successivement que cette théorie est inapplicable aux animaux articulés et à ce curieux poisson, l'*Amphyoxus lanceolatus;* que, chez presque tous les reptiles, les amphibiens et les poissons, les dimensions transversales de la moelle sont en contradiction avec la théorie; que les renflements de la moelle, qui sont proportionnés aux dimensions des membres, ainsi que M. Serres l'a démontré sur tant d'animaux, ne sont pas dus seulement à ce qu'il s'y trouve plus de substance grise qu'ailleurs, mais aussi à un peu plus de substance blanche; que, chez quelques poissons, la somme des surfaces de section transversale des nerfs trijumeau et vague égale à peu près la surface d'une section transversale de la moelle allongée au niveau du nerf vague; que, suivant des mesures prises par M. Volkmann sur un cheval, et par moi sur plusieurs lapins et cochons

d'Inde, le carré de la portion blanche d'une surface de section transversale de la moelle est plus grand pour une section ou renflement lombaire que pour une section à la région cervicale ; que, d'après M. Volkmann, la somme des surfaces de section transversale de toutes les racines des nerfs spinaux, chez le *Crotalus mutus*, égale onze fois la surface de la partie blanche d'une section transversale de la moelle épinière à son origine.

Après avoir conclu de la plupart de ces faits que la moelle épinière, à son origine, ne contient qu'une partie des fibres qui composent les racines des nerfs spinaux, j'arrive, dans mon Mémoire, aux vivisections et aux observations pathologiques. Comme il faudrait de trop longs détails pour montrer en quoi et comment les faits dont je vais parler sont contraires à la théorie du clavier, je me contenterai de les exposer sommairement.

Après la section transversale des cordons postérieurs de la moelle, au dos, par exemple, le train postérieur reste sensible, à peu près, au même degré qu'avant l'opération. Ce résultat a été obtenu par MM. Bellingeri, Schœps, Calmeil, Rolando, Seubert, Van Deen, Budge et Stilling. Mes expériences à ce sujet ont été faites sur des animaux appartenant aux cinq classes de vertébrés. J'ai pris des précautions, que je puis appeler exagérées, pour éviter les causes d'erreur et surtout celles provenant de l'action réflexe.

Six observations pathologiques ont été réunies par M. Longet, dont une est d'accord avec le résultat expérimental que je viens de rapporter, et dont les autres lui seraient tout à fait contraires, si elles avaient la signification que leur donne ce physiolo-

giste. Mais il est aisé de faire voir qu'elles ne l'ont pas, et qu'il y a eu à cet égard une fausse interprétation. En effet, dans ces observations, il y a simultanément lésion des racines et des cordons postérieurs (1), c'est-à-dire une cause certaine d'anesthésie (la lésion des racines) et une cause d'anesthésie qu'on voulait démontrer par ces observations (la lésion des cordons). Je n'insisterai pas pour montrer combien c'était se tromper que d'attribuer à la *cause qu'il s'agissait de démontrer ce qui devait résulter nécessairement de la cause connue comme certaine.* J'ai recueilli un assez grand nombre d'observations de lésions des cordons postérieurs avec conservation de la sensibilité. Je les ai transcrites dans mon Mémoire.

Après la section transversale d'une moitié latérale de la moelle, au dos par exemple, j'ai vu, ainsi que Schœps, Van Deen et Stilling, le membre postérieur du côté de la section conserver sa sensibilité à peu près au même degré qu'à l'état normal. Quant au mouvement volontaire qui persiste dans ce cas, suivant Stilling, je me suis assuré positivement de son existence chez les grenouilles, et d'une manière moins formelle chez les oiseaux ; mais chez les mammifères il en est autrement, car le train postérieur tout entier paraît alors paralysé du mouvement.

J'ai recueilli quelques observations pathologiques qui tendent à prouver qu'avec la lésion d'une moitié latérale de la moelle, il peut y avoir, chez l'homme,

(1) Dans une de ces observations, l'état des racines n'a pas été noté ; mais, comme la lésion occupait toute la largeur des cordons postérieurs aux lombes et au dos, on peut être fondé à penser que les racines postérieures étaient altérées, sinon au dehors de la moelle, au moins dans la moelle même.

conservation plus ou moins complète de la sensibilité et des mouvements volontaires.

Ici viennent, dans mon Mémoire, bon nombre d'expériences, faites par MM. Budge, Stilling, Valentin, Van Deen, Engelhardt, Poletti, Harless, Weber, et par moi-même, expériences qui déposent toutes contre la théorie du clavier.

Après avoir discuté la valeur de ces faits, j'arrive aux phénomènes si bien caractérisés par M. Flourens, il y a déjà plus de vingt ans, et qui prouvent que la moelle épinière a la faculté de lier les contractions musculaires en mouvement d'ensemble. C'est ce qu'on appelle aujourd'hui propriété d'adaptation ou d'appropriation à un but. Cette propriété existe à un merveilleux degré de précision chez les batraciens. Tous les vertébrés la possèdent, et j'ai même trouvé, dans beaucoup d'observations pathologiques, des traces de son existence chez l'homme. J'ai essayé de montrer, dans mon Mémoire, que les physiologistes français qui ont soutenu, contrairement à M. Flourens, qu'après l'ablation des deux grands organes encéphaliques la faculté de percevoir des sensations subsiste, ont pris les mouvements dus à la faculté d'appropriation à un but pour des mouvements voulus consécutivement à une perception. Je m'appuie sur les phénomènes de l'appropriation à un but pour démontrer que l'organisation de la moelle qui ressort de la théorie du clavier est inutile et impossible. J'aborde enfin d'autres théories, et je montre, en me fondant sur les mouvements appropriés à un but, qu'un mécanisme très simple peut servir à la fois d'explication à ces mouvements et à l'isolement des sensations et des mouvements volontaires. Mais comme ce mécanisme ne peut pas

expliquer tous les faits anatomiques, physiologiques et pathologiques qui ont leur siége dans la moelle épinière, j'ai cherché si ces faits ne pourraient pas être mieux expliqués en admettant que les perceptions et les volitions peuvent s'opérer dans toute l'étendue du centre cérébro-rachidien, tant qu'il y a continuité entre les diverses parties de ce centre. Plusieurs objections empêchant d'admettre cette manière de voir dans son intégrité, j'ai été conduit à en retrancher ce qui est relatif aux volitions, et j'ai opéré une fusion entre cette doctrine et celle dont j'ai parlé, et qui repose sur un mécanisme anatomique et physiologique extrêmement simple. J'appuie la théorie qui résulte de cette fusion sur quelques faits nouveaux, et je termine mon Mémoire en montrant que cette théorie peut s'appliquer aux animaux invertébrés aussi bien qu'aux vertébrés et à l'homme. (*Comptes rendus*, t. XXIV, p. 389-93.)

IV. *Recherches expérimentales sur l'action de la lumière et sur celle d'un changement de température sur l'iris, dans les cinq classes d'animaux vertébrés*. (Extrait.)

. . . . . La lumière peut mettre *directement* en action les fibres nerveuses et musculaires de l'iris chez les batraciens et les poissons.

Si un œil d'anguille ou de grenouille rousse, extrait de l'orbite et complétement dénudé, est exposé à l'action de la lumière, on ne tarde pas à voir sa pupille se resserrer ; et si cet œil est alors placé dans un endroit obscur, on y voit la pupille se dilater. Il peut y avoir de cinquante à cent resserrements et dilatations de la même pupille dans une heure.

Les expériences, dont on attribue à tort la priorité à Fontana, étant faites sur des yeux de batraciens et d'anguilles, extraits de l'orbite et dénudés, donnent un résultat tout autre que celui qu'on obtient en opérant sur des yeux laissés intacts dans l'orbite, chez les animaux à sang chaud ou sur l'homme. Quand la lumière *n'agit que sur la rétine*, l'iris reste immobile; il se meut, au contraire, lors même que la lumière *n'agit que sur lui*.

Dans l'œil intact chez les batraciens vivants, l'iris se meut à la fois par l'action de la lumière sur son propre tissu, et par suite de l'action de la lumière sur la rétine et les centres nerveux.

La théorie des mouvements de l'iris, telle qu'elle résulte des expériences de Fontana, de M. Flourens, d'Herbert Mayo, etc., paraît être vraie quant aux animaux à sang chaud et aux reptiles.

Des différents rayons de lumière, ce sont les plus éclairants qui paraissent agir le plus vivement sur l'iris des yeux de batraciens et de poissons, extraits de l'orbite.

Si l'iris peut être excité directement par la lumière chez certains animaux, et pas chez d'autres, cela paraît dû à une différence dans l'épaisseur de cette membrane, et surtout de sa couche antérieure de pigment et de vaisseaux.

La lumière pouvant mettre en action des fibres nerveuses et musculaires étalées en membrane mince (iris et rétine), il y a lieu de supposer que, si elle n'agit pas sur les autres muscles et les autres nerfs de l'économie animale, c'est que la disposition de ces tissus en membrane mince est une condition essentielle pour qu'elle puisse agir.

Sur un œil de mammifère ou d'oiseau extrait de

l'orbite, la pupille se dilate ou se resserre par l'effet d'un changement de température, suivant qu'elle était dilatée ou resserrée avant l'expérience. Il peut y avoir ainsi une vingtaine de dilatations et de resserrements dans le même œil en une heure.

Il n'est pas nécessaire d'admettre qu'une turgescence vasculaire se joint à la contraction des fibres circulaires de l'iris pour déterminer les resserrements considérables de la pupille, puisque, dans des yeux extraits de l'orbite, le resserrement peut devenir aussi considérable que pendant la vie pour les animaux à sang chaud, aussi bien que pour les reptiles, les amphibiens et les poissons. (*Comptes rendus*, t. XXV, p. 482-83.)

V. *Note complémentaire du précédent Mémoire.*

Les questions que M. Arago m'a fait l'honneur de m'adresser, après la lecture que j'ai faite à l'Académie du résumé de mon Mémoire sur l'iris, m'ont montré la nécessité d'ajouter à ce que j'ai dit aux paragraphes IX et XIII de mon travail les détails qui suivent :

Voici comment j'ai opéré sur des anguilles et des batraciens vivants pour m'assurer que la lumière peut agir directement sur l'iris. J'ai préféré à toute autre substance, pour couvrir la pupille et faire que la lumière n'arrivât pas sur la rétine, une feuille de papier gris, qui m'offrait l'avantage d'être très flexible, quoique n'étant pas translucide. Une bande circulaire très étroite, et correspondant à la grande circonférence de l'iris, était extraite de ce papier. Le cercle de la bande était interrompu en deux points,

pour que la portion du papier qui couvrait l'ouverture pupillaire et la petite circonférence de l'iris restât unie avec le reste de la feuille de papier.

La lumière solaire directe, la lumière des nuées, celle de la lune, d'une lampe ou d'une bougie, qui ne pouvaient atteindre que l'iris, quand je faisais usage de l'écran que je viens de décrire, déterminaient un resserrement pupillaire manifeste, quoique plus lent que lorsque la lumière frappait librement la rétine et toute la surface de l'iris.

Les choses se passaient de la même manière dans des yeux intacts dans l'orbite, chez les anguilles et les batraciens vivants, ou dans des yeux extraits de l'orbite.

Quand on place devant l'œil une feuille de papier gris ayant un trou très petit par lequel la lumière ne peut arriver que sur la rétine, les choses ont lieu comme je l'ai dit au paragraphe IX de mon Mémoire, chez les anguilles et les batraciens vivants; mais dans l'œil extrait de l'orbite, il n'y a pas alors de resserrement pupillaire.

J'ajouterai ici quelques faits qui me paraissent mériter d'être connus :

1° Quand on a couvert la pupille, et en même temps les deux tiers de l'iris, et qu'on fait tomber des rayons lumineux sur le tiers de l'iris resté libre, on trouve que la pupille se resserre. Ceci s'explique par ce fait bien connu, qu'une fibre musculaire n'a en général besoin, pour se contracter, que d'être excitée dans un point quelconque de sa longueur.

2° La membrane clignotante ne protége guère l'œil des batraciens contre l'action de la lumière : en effet, quand cette membrane couvre complétement la face cornéale de l'œil, la lumière agit encore très bien sur l'iris.

3° Chez des grenouilles tuées par de la strychnine, de l'éther sulfurique, de l'opium ou de la belladone, l'iris conserve en partie sa contractilité.

4° Je joindrai à la liste des poissons sur lesquels j'ai constaté que l'iris est un peu mobile le *cardon* et la *lotte*. J'ai rapporté dans mon Mémoire les expériences de Sœmmering et de Muck, sur lesquelles on se fondait pour dire que l'iris des poissons n'est pas mobile. J'aurais pu y joindre l'expérience de Haller (*Elementa physiologiæ*, Venise, 1771, t. V, p. 261), qui, ayant fait agir la lumière d'une chandelle sur des yeux de poisson, ne vit pas de mouvement dans l'iris.

En recopiant mon Mémoire, j'ai fait l'omission d'un paragraphe à la fin de la seconde partie; je transcris ici ce paragraphe sans y rien changer :

« La chaleur et le froid peuvent-ils jouer un rôle, pendant la vie, dans des yeux intacts de mammifère ou d'oiseau ? Je ne le crois pas, ou du moins cela ne me paraît guère possible que dans le cas où il y aurait action prolongée de la chaleur ou du froid sur l'œil. Dans des yeux intacts dans l'orbite, une circulation s'opère qui empêche qu'un changement de température considérable puisse avoir lieu. Aussi ai-je inutilement tenu des lames métalliques fortement chauffées, ou de petits glaçons, au voisinage des yeux, chez des lapins, des cochons d'Inde et des pigeons. L'expérience faite sur moi-même a donné le même résultat. Ainsi donc l'homme et les animaux à sang chaud peuvent regarder fixément des objets très chauds ou très froids, sans que leur pupille change de diamètre. » (*Comptes rendus*, t. XXV, p. 508-10.)

Imprimerie de Guiraudet et Jouaust, rue Saint-Honoré, 315.